

경직성 양하지 뇌성마비 환자의 앉은 자세에서 일어서는 동작의 동작분석

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학 연구소

박은숙 · 박창일 · 김덕용 · 이홍재 · 성연재 · 김종연

= Abstract =

An Motion Analysis of Sit-to-Stand Transfer in Young Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy

Eun Sook Park, M.D., Chang Il Park, M.D., Deog Young Kim, M.D.
Hong Jae Lee, M.D., Yeon Jae Seong, M.D. and Jong Youn Kim, M.D.

Departments of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation,
Yonsei University College of Medicine

Objective: This study is aimed to evaluate a sit-to-stand (STS) pattern in the children with spastic diplegic cerebral palsy in comparison with the normal children.

Method: Fifteen young children with spastic diplegic cerebral palsy and 21 normally developed children were recruited as subjects. A motion analysis system using a Motion analyzer (Vicon 370 M.A. with 6 infrared cameras) was used to examine the STS task. The changes in joint angle, moment, and power of each joints in lower limbs, total duration of STS transfer and each transitional points were assessed.

Results: Total duration of STS in patients was 2.44 sec, which was significantly prolonged in comparing with 1.10 sec in normal control. The major prolongation of STS occurred in the phase of vertical movement of center of mass (CoM). Cerebral palsied children showed more anterior pelvic tilting and hip flexion throughout STS transfer than normal control. Asymmetries in initial angle of ankle and maximal momentum of knee extension were shown in spastic diplegic children with cerebral palsy, but not in normal control. Less extension momentum and power of knee joint and more plantar flexion momenta of ankle joint were observed in cerebral palsy in comparing with those of normal children.

Conclusion: This study showed that STS pattern in spastic diplegic cerebral palsy was quite different from that of normal children. The characteristics of STS pattern in these children was slowness of speed; mainly from slowness of vertical displacement of CoM, and more anterior pelvic tilt, hip flexion and earlier abrupt change of knee extension. As well, the major moments required for this task in these patients occurred at hip and ankle joints instead of knee joint.

Key Words: Sit-to-stand transfer, Motion analysis, Cerebral palsy

접수일: 2000년 3월 14일, 게재승인일: 2000년 8월 16일
교신저자: 이홍재

서 론

앉은 자세에서 일어서는 동작(STS)은 소아에서는 정립 동작 확립을 위한 기본적인 동작이며, 독립 보행의 전 단계로써 매우 중요한 가치를 가진다. 양하지 마비의 뇌성마비아의 경우 양하지의 근력약화와 양하지 운동근 협응의 부조화로 인하여 이러한 기본적인 기립동작의 수행이 쉽지 않으며, 따라서 다양한 보상패턴을 사용하여 일어나 앉는 동작을 취하게 된다. 뇌성마비 아동에서 시행되어지는 동작분석으로는 보행 분석에 관한 것이 주가 되었으며, 앉아서 일어서기 등과 같은 보행 전 단계의 운동형상에 대한 연구는 매우 미미한 형편이다. 이에 본 연구의 목적은 경직성 양하지마비 뇌성마비 환자들을 대상으로 앉은 자세에서 일어서는 동작 수행상의 특색을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

연령이 2세에서 6세까지인 경직성 양하지마비 뇌성마비 환자 중 검사자와 의사 소통에 장애가 없으면서, 하지 관절의 구축이나 시각 및 청각의 장애가 없는 15명의 아동을 대상으로 하였다. 이들 모두는 검사자와의 의사소통상에 장애가 전혀 없었으며, 독립적으로 외부의 도움 없이 의자에서 일어설 수 있었다. 동작분석은 14개의 수동 표식자를 양하지와 몸통에 부착하였다. 부착부위는 두번째와 세번째 중족골두 사이, 외측 복사골, 비골 외측면 중간지점, 슬관절축(외측 상과와 직하방), 대퇴골 외측면 중간지점, 전상방 장골극, 제1천주골, 제1흉주골이었다. 동작 분석기는 6대의 적외선 카메라와 2개의 힘판을 갖춘 Vicon 370 M.A. (Oxford Metrics Limited, United Kingdom)를 이용하였다. 대상아는 보조기를 착용하지 않은 상태에서, 팔걸이가 없는 의자에 앉아 족관절, 슬관절, 고관절이 모두 직각이 되도록 의자의 높이를 조절하였다. 양발은 어깨 넓이로 벌린 상태로 바닥을 디디게 하였으며, 몸통은 곧게 세워 시선이 전방을 바라본 상태에서 자연스럽게 편안한 속도로 일어서게 하였다. 일어서는 동작이 진행되는 동안 동작분석기가 양하지와 몸통의 각 관절에서 일어나는 각도 변화 및 모멘트와 힘 등의 운동역학적 변수

(kinetic variables)를 1/60초 간격으로 분석하였다. 또한 동작 시작시부터 동작완료 지점까지의 소요시간도 측정하였다. 이러한 동작을 1개와 2개의 힘판 위에서 수 차례 시행하였고, 이중 그래프의 곡선이 가장 자연스럽게 포착된 것을 이용하였다. 1개의 힘판 위에서 실시한 것은 지면 반향력(ground reaction force)의 변화를 분석하여 기립 동작이 안정되는 시점(완료 시점)을 파악하기 위함이었으며, 2개의 힘판 위에서 실시한 이유는 양측 하지간의 운동형상 및 운동역학적 변수의 차이를 비교하기 위함이었다.

이전의 연구¹⁾에서 보고한 바와 같은 방법으로 앉아서 일어서는 동작의 6개의 변환점을 구하였다. 즉 동작의 시작을 몸통이 굴곡되기 시작하는 시점(T0)으로 정하였고, 제1변환점(T1)은 고관절 최대 굴곡시점, 제2변환점(T2)은 슬관절이 급격히 신전되기 시작하는 시점, 제3변환점(T3)은 족관절이 최대 배측 굴곡되는 시점, 제4변환점(T4)은 고관절 및 슬관절이 완전히 신전되어 일어서는 자세가 갖 만들어진 시점, 그리고 동작이 안정되는 시점을 완료 시점(T5)으로 하였다.

이와 같이 6개의 전환 시점들을 기초로 하여 앉아서 일어서는 동작을 5단계(phase)의 시기로 나눌 수 있었다. 제1단계는 몸통 및 고관절 굴곡기로서, 몸통의 굴곡 시작점부터 고관절 최대 굴곡시점까지(T0~T1)이다. 제2단계는 둔부가 의자 표면을 떠나면서 슬관절이 급격히 신전되기 시작하는 시점(T1~T2)까지이며, 제3단계는 슬관절이 신전되고 족관절이 최대 배측 굴곡되는 시점(T2~T3)까지, 제4단계는 고관절 및 슬관절이 모두 신전되어 갖 일어서는 자세가 만들어진 시점(T3~T4)까지, 제5단계는 일어서는 자세가 안정화되는 시기(T4~T5)이다.

21명의 정상아들의 좌우측의 총 42하지에서의 운동형상학적 변수들의 평균값을 정상아들의 값으로 하였다.

통계 처리

환아의 건측과 환측의 운동형상학적 변수 및 운동역학적 변수의 비교에서는 paired *t*-test를 이용하였고, 환아의 건측 또는 환측과 정상의 일측과 비교시에는 independent *t*-test를 이용하였으며, 0.05 이하의 *p*-value를 의미 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1) 대상아의 특성

경직성 양하지마비 환자 및 정상 아동의 일반적 특성은 Table 1에 기록하였다. 연령, 체중 및 신장의 평균은 정상아 및 경직성 양하지마비 환자간에 통계학적으로 의미 있는 차이는 보이지 않았다(Table 1).

2) 의자에서 일어서는 동작에 소요된 시간 및 각 변환점

의자에서 일어서는 동작 시작시부터 서 있는 동작이 안정되는 시각까지의 소요되는 시간은 환아군이 2.44초, 정상아가 1.13초로 뇌성마비아에서 유의하게 길어져 있었다. 일어서는 동작을 6개의 변화점의 실제적인 소요시간과, 전 동작에 소요된 시간을 기준

으로 한 각 변환점의 백분율 시간, 각 단계별 백분율 시간은 Table 2에 표시하였다. 6개 변환점을 기준으로 한 각 단계의 실제 소요된 시간은 뇌성마비아 환자가 정상아에 비하여 모든 단계에서 더 많은 시간이 소요되었다(Table 3). 6개 변환점의 발생 시각은 뇌성마비아군에서 모두 정상아에 비하여 늦어져 있었다. 흥미로운 사실은 뇌성마비 아동에서 족관절의 최대 배측 굴곡점인 제3변환점이 슬관절의 급격한 신전이 이루어지는 제2변환점보다 더 빨리 일어났기 때문에 제3단계의 행동 수행에 소요되는 상대적인 시간이 뇌성마비아군에서 더 빨랐다(Table 3). 또한 전체 동작을 기준으로 한 제3변환점의 백분율 시간상(% time)은 정상아에 비하여 뇌성마비아환자가 더 빨리 일어난 반면에, 제4변환점은 정상아가 뇌성마비아보다 더 빨랐다. 따라서 제4단계(phase 4)의 행동 수행에 소요되는 절대 시간 및 백분율 시간상의 비교시 뇌성마비아환자가 더 많은 시간이 걸렸다. 제5단계의 행동 수행에 소요되는 절대 시간의 소모는 뇌성마비아환자에서 많았지만, 백분율 시간상에서는 뇌성마비아환자가 정상아에서 보다 더 빨랐다. 종합하여 보면 제3단계 및 제5단계의 백분율 시간율은 뇌성마비아환자가 정상아에 비하여 빠르는데 반하여, 제4단계는 정상아보다 뇌성마비아환자에서 상대적으로 길었다. 제5단계는 뇌성마비아환자에서 더 서서히 일어났지만, 전 기간에 소요된 시간 중 제5단계에 소요된 시간의 백분율은 뇌성마비아환자가 정상아에 비하여 더 빨랐다(Table 3).

Table 1. General Characteristics of Subjects

	Diplegia (n=15)	Normal (n=21)
Sex (male : female)	9 : 6	8 : 13
Age (months)	48.9±15.9	47.7±7.9
Height (cm)	98.5±10.1	103±5.9
Weight (kg)	15.3±3.6	17.1±2.5

Values of age, height, and weight are mean and standard deviation.

Table 2. Six Transition Points of Sit-to-Stand Transfer

	Normal		Right		Left	
	% time (%)	Real time (sec)	% time (%)	Real time (sec)	% time (%)	Real time (sec)
T0 ¹⁾	0	0	0	0	0	0
T1 ²⁾	28.34±7.39	0.32±0.08	26.2±6.2	0.64±0.15	28.3±7.9	0.69±0.19
T2 ³⁾	32.73±6.60	0.37±0.07	34.8±6.6	0.85±0.16	34.9±14.4	0.85±0.35
T3 ⁴⁾	41.94±11.04 ^{*,†}	0.47±0.12	31.7±8.0	0.77±0.20	32.8±6.9	0.80±0.17
T4 ⁵⁾	75.94±5.22 ^{*,†}	0.85±0.06	81.2±6.8	1.98±0.17	81.5±7.6	1.99±0.19
T5 ⁶⁾	100	1.13±0.21	100 ^{*,†}	2.44±1.01	100	2.44±1.01

Values are mean and standard deviation. 1. T0: initial point of trunk flexion, 2. T1: point of maximal hip flexion, 3. T2: point of abrupt transitory knee extension, 4. T3: point of maximal ankle dorsiflexion, 5. T4: point of just-standing, 6. T5: end point of STS (stable standing).

*Significance is $p < 0.05$ in normal children to the right side of diplegic children, [†] Significance is $p < 0.05$ in normal children to the left side of diplegic children

Table 3. Five Phases of Sit-to-Stand Transfer

	Normal		Right		Left	
	% time (%)	Real time (sec)	% time (%)	Real time (sec)	% time (%)	Real time (sec)
Phase I ¹⁾	28.34±7.39	0.32±0.08	26.21±6.22	0.64±0.15	28.34±7.93	0.69±0.19
Phase II ²⁾	4.31±6.54*	0.05±0.07	8.83±4.92	0.21±0.12	6.74±7.56	0.16±0.18
Phase III ³⁾	9.23±10.92* [†]	0.10±0.12	-4.23±5.14	-0.10±0.12	-2.03±3.17	0.05±0.08
Phase IV ⁴⁾	34.02±12.22* [†]	0.38±0.14	49.51±8.96	1.21±0.22	50.34±9.96	1.23±0.24
Phase V ⁵⁾	24.17±5.23* [†]	0.27±0.06	18.55±7.66	0.45±0.19	18.83±6.82	0.46±0.17

Values are mean and standard deviation. 1. Phase I: trunk flexion to maximal hip flexion, 2. Phase II: maximal hip flexion to transitory knee extension point, 3. Phase III: transitory knee extension point to maximal ankle dorsiflexion, 4. Phase IV: maximal ankle dorsiflexion to just stand-up point (nearly full extension of knee and hip), 5. Phase V: just stand-up point to stable standing.

*Significance is $p < 0.05$ in normal children to the right side of diplegic children, [†] Significance is $p < 0.05$ in normal children to the left side of diplegic children

Table 4. Pelvic Angular Movements

Pelvis	Tilting			Obliquity			Rotation		
	Normal	Right	Left	Normal	Right	Left	Normal	Right	Left
Initial angle (°)	-4.4±6.5	0.3±10.8	0.3±10.8	-0.4±1.7	1.6±2.3	-1.6±2.3	0.7±6.0	2.6±4.0	-2.6±4.0
Maximal angle (°)	24.1±5.7* [†]	34.3±10.4	34.3±10.4						
Final angle (°)	12.9±4.9* [†]	23.4±7.7	23.4±7.7	0.1±2.2	2.4±2.6	-2.4±2.6	1.7±5.0	2.8±6.5	-2.8±6.5

Values are mean and standard deviation. *Significance is $p < 0.05$ in normal children to right side of diplegic children

[†] Significance is $p < 0.05$ in normal children to left side of diplegic children

Table 5. Angular Movements of Hip Flexion

Hip	Flexion		
	Normal	Right	Left
Initial angle (°)	73.9±6.9*	76.0±10.6	79.9±7.7
Maximal angle (°)	87.5±6.2*	92.1±12.2	93.3±8.8
Final angle (°)	15.0±9.2* [†]	27.5±10.3	28.9±11.4

Values are mean and standard deviation. *Significance is $p < 0.05$ in normal children to the right side of diplegic children,

[†] Significance is $p < 0.05$ in normal children to the left side of diplegic children

3) 하지 각 관절의 각도 변화 양상의 비교
의자에서 일어서는 동작 수행시의 각 관절의 운동

형상학적 변화는 Fig. 1에 표시하였다(Fig. 1). 경직성 양하지마비 환자의 앉은 자세에서 일어서는 동작 수행시 골반의 최대 전방기울기는 뇌성마비아가 정상

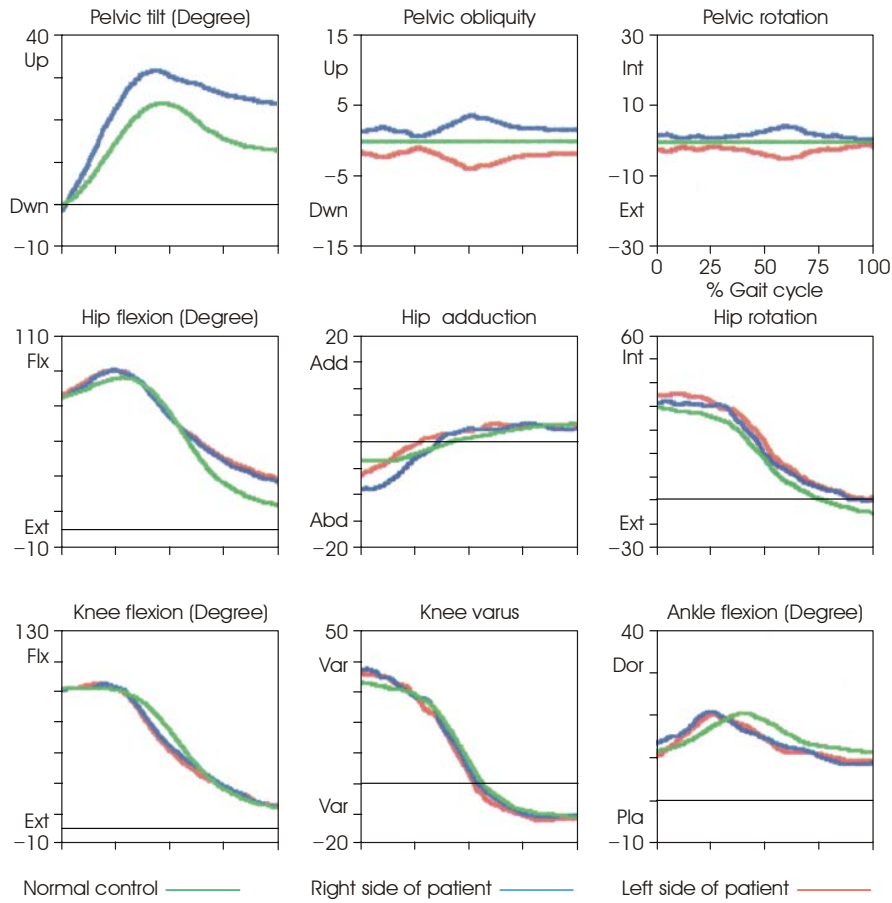


Fig. 1. Kinematic data of Sit-to-Stand transfer. The lines of graphs show mean values of each group.

Table 6. Angular Movements of Knee Flexion

Knee	Flexion		
	Normal	Right	Left
Initial angle (°)	91.2±8.0	91.2±7.4	92.2±8.6
Transition point (°)	89.2±7.6	86.8±8.4	87.0±9.1
Final angle (°)	11.0±8.1	15.7±8.7	15.6±10.7

Values are mean and standard deviation.

아보다 더 증가되어 있었으며, 최종 골반 기울기도 뇌성마비아가 정상아보다 더 전방으로 굴곡된 자세를 보였다(Table 4). 최초의 고관절의 위치는 뇌성마

비아의 좌측 고관절이 정상아보다 유의하게 굴곡된 양상을 보였고, 통계학적으로 유의한 차이는 없지만 우측 고관절도 정상아보다 좀 더 굴곡된 양상을 보

였다. 골반 좌우 경사도와 골반 회전도는 정상아와 환아간의 유의한 차이는 없었고, 이들 각도의 최대치는 환아간 차이가 적지만 최대치에 이르는 시각이 너무 분산되어 있어 그 의미가 적다고 사료되어 표기하지 않았다. 최대 고관절 굴곡은 정상아보다 뇌성마비아의 좌측에서 더 굴곡된 현상을 보였고, 유의한 차이를 보이지 않았으나 우측의 최대 고관절 굴곡된 정상아에 비하여 증가되어 있었다. 최종 고관절 굴곡은 정상아보다 뇌성마비아에서 더 굴곡된 양상을 보였다(Table 5). 슬관절에서는 정상아 및 뇌성마비아의 좌우간의 차이를 보이지 않았다(Table 6). 족관절에서는 우측이 좌측에 비하여 최초의 족관절 배측 굴곡이 증가되어 있었으나, 최대 배측 굴곡 및

최종 족관절의 굴곡각은 좌우측 및 정상아와 비교시 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 7).

4) 하지 각 관절의 최대 모멘트(moment)와 힘(power)

뇌성마비 아동의 고관절 최대 신전힘은 정상 아동에 비하여 유의하게 감소되어 있었으며, 고관절의 최대 모멘트는 뇌성마비 아동과 정상 아동 사이의 유의한 차이는 없었다. 슬관절 신전 최대 모멘트도 뇌성마비아가 정상 아동에 비하여 유의하게 감소되어 있었으나, 슬관절의 최대 신전힘은 환아의 우측 슬관절에서 유의하게 감소되어 있었다. 족관절의 최대 척굴 모멘트는 뇌성마비 아동이 정상 아동에 비

Table 7. Ankle Angular Movement

Ankle	Dorsiflexion		
	Normal	Right	Left
Initial angle (°)	11.8±5.3	14.6±6.3*	10.5±7.5
Maximal angle (°)	21.9±5.4	24.2±6.4	23.2±5.8
Final angle (°)	9.3±6.4	10.6±10.0	9.7±7.4

Values are mean and standard deviation. *Significance is $p < 0.05$ in right side to left side of diplegic children

Table 8. Maximal Moments and Powers of Hip and Knee Extension and Ankle Plantar flexion

	Hip extension			Knee extension			Ankle plantar flexion		
	Normal	Right	Left	Normal	Right	Left	Normal	Right	Left
Maximal moment (Nm/kg)	0.68±0.34	0.50±0.25	0.53±0.28	0.39±0.26 ^{†,‡}	0.14±0.09*	0.19±0.11	0.22±0.32 ^{†,‡}	0.36±0.15	0.39±0.14
Time to maximal moment (%)	33.9±6.8	40.2±15.0	29.5±13.9	40.4±15.0	49.4±27.6	52.8±26.8	61.2±21.9 ^{†,‡}	48.0±17.9	46.5±20.3
Maximal power (watt/kg)	1.28±0.82 ^{†,‡}	0.59±0.37	0.57±0.55	0.58±0.47 [†]	0.16±0.09	0.36±0.57	0.15±0.11	0.22±0.19	0.23±0.16
Time to maximal power (%)	46.8±6.6	45.7±11.5	41.2±13.6	48.8±11.7	44.5±19.0	45.1±20.9	54.8±18.4 [†]	44.6±14.6	41.4±9.2

Values are mean and standard deviation. *Significance is $p < 0.05$ in right side to left side of diplegic children, [†] Significance is $p < 0.05$ in normal children to the right side of diplegic children, [‡] Significance is $p < 0.05$ in normal children to the left side of diplegic children

하여 유의하게 증가되어 있었다(Table 8).

고 찰

의자에서 일어서는 동작은 체중이 둔부에서 족부로 이동하기 위하여 체중의 중심이 전상방으로 이동하여야 하는 움직임이다. 이와 같은 동작은 무게의 중심이 전상방으로 이동하여야 하는 동시에 지지해주는 기반이 둔부에서 족부로 협소해지기 때문에, 전체 몸의 균형과 평형을 잘 조절할 수 있어야만 이 동작을 원활히 수용할 수 있다.⁹⁾ 따라서 경직성 양하지마비 뇌성마비의 경우 이러한 조절능력의 장애로 말미암아, 의자에서 일어서는 동작 수행을 독립적으로 수행할 수 없거나 혹은 정상아와는 다른 패턴을 이용하여 일어나곤 한다. 그 동안의 뇌성마비아들에 대한 동작분석에 대한 연구는 주로 보행에 관한 것들이었으며, 앉아서 일어서는 동작과 같은 보행 전 단계의 동작에 대한 연구들은 거의 없는 실정이다. 최근에 들어서 의자에서 일어서는 동작에 대한 연구가 시작되고 있지만 이들의 연구들은 거의 대부분 정상 성인들을 대상으로 하였다.^{6,8,12,13)} 뇌성마비를 대상으로 한 일어서는 동작에 대한 분석으로는 Wilson등¹⁵⁾의 연구가 있을 뿐인데, 이 연구도 뇌성마비 아동의 일어서는 동작을 운동형상학적으로 연구한 보고라기보다는 경직성 양하지마비 환아에서 관절형 보조기와 비관절형 보조기의 착용이 이러한 동작 수행상에 미치는 영향에 주안점을 둔 연구이다. 또한 이들의 연구는 연구방법상에서 문제점을 보이는데, 환아 중 혼자서 독립적으로 일어설 수 없는 환아는 앞에 놓인 평행봉을 잡고 일어서게 함으로써, 일어서는 방식을 표준화하지 못하였다는 제한점이 있다. 따라서 본 연구는 그 동안 거의 연구되어지지 않은 뇌성마비아에서의 의자에서 일어나는 동작을 방법상에 표기한 바와 같이 표준화된 방법을 사용하여 평가하였다.

본 연구결과에서도 Wilson등의 연구결과와 같이 경직성 양하지마비 뇌성마비 아동이 정상 아동에 비하여 서서히 의자에서 일어서는 동작을 수행함을 확인할 수 있었다. 이는 Butler등²⁾의 연구에서 지적한 바와 같이, 하지의 근력약화가 있는 경우 의자에서 일어서는 속도를 저하시킴으로써 근력약화를 보상하기 위한 결과라고 사료된다. 기립동작 수행에서 보

여지는 움직임을 운동형상학적으로 분석하여 보면 크게 몸체의 전방으로의 이동단계(제1단계), 둔부가 의자에서 떨어지면서 고관절이 최대 굴곡되는 단계(제2단계), 굴곡된 슬관절의 급격한 신전이 시작되면서 최대 족관절 배측 굴곡에 이르는 단계(제3단계), 족관절 최대 배측 굴곡시부터 슬관절 및 고관절이 거의 신전되면서 갓 일어서는 자세를 취하는 단계(제4단계), 서있는 자세가 안정화되는 제5단계로 구분할 수 있다.^{4,7-14)} 본 연구결과에서는 제1단계인 몸체의 전방으로의 이동단계는 시간적으로는 느려져 있었으며, 골반의 전방 기울기 및 고관절의 굴곡은 정상아에서보다 뇌성마비아에서 더 증가되었다. 이와 같은 경우는 하지의 신경근육계의 병변으로 인한 근력 약화가 있을 때, 몸체의 굴곡이 증가되면서 일어서는 속도가 느려지는 보상형태를 보인다는 보고²⁾와 부합된 소견을 보인다. 반면에 전체 동작 수행시간을 기준으로 하여 제1단계에 소요된 시간을 백분율로 환산하였을 때는 두 군간의 유의한 차이가 없었는데, 이는 뇌성마비 아동에서 제1단계 수행은 다른 단계에 비하여 상대적으로 덜 장애를 받는다고 볼 수 있다. 제2단계의 수행은 뇌성마비아군에서 더 많은 시간이 필요한 반면에, 전 동작을 기준으로 한 백분율시간은 뇌성마비군의 우측에서만 정상아에서 보다 유의하게 길어져 있을 뿐 좌측에서는 유의한 차이가 없었는데, 이는 통계분석상의 제약 때문인 것으로 사료된다. 전반적으로 제1, 2변환점에 소요되는 백분율시간이 정상인과 뇌성마비아에 차이가 없었던 것으로 보아, 비교적 제2단계의 수행의 속도 저하는, 의자에서 일어서는 속도가 전체적으로 뇌성마비 아동에서 저하되어 초래된 결과라고 생각된다.

본 연구 결과 중 흥미로운 것은 뇌성마비 아동들은 정상아들과는 달리 족관절의 최대 배측 굴곡이 일어나는 제3변환점이 슬관절의 급격한 신전이 이루어지는 제2변환점보다 더 빨리 일어났다는 것이다. 이는 제2변환점이 정상아와 뇌성마비아간의 차이가 없었으며, 제3변환점이 뇌성마비에서 더 빨리 일어난 것으로 보아, 뇌성마비아에서 족관절의 최대 배측 굴곡이 매우 이른 시기에 일어났기 때문이었다. 또한 뇌성마비아가 정상아에 비하여 족관절의 모멘트가 증가되었던 사실과, 정상아와는 달리 뇌성마비아동의 하지 관절의 모멘트가 고관절, 족관절, 슬관절 순으로 컸으며, 최대 모멘트의 발생순서도 고관

절, 족관절, 슬관절 순이었던 사실은, 앉아서 일어서는 동작이 정상아에서는 고관절 및 슬관절이 주축이 되어 일어나는데 반하여, 뇌성마비 아동에서는 고관절 및 족관절이 주축이 되는 것으로 생각되어진다.

뇌성마비 아동에서는 슬관절의 신전이 정상 아동에 비하여 매우 급격히 신전되는 양상을 보였고 슬관절의 모멘트가 정상에 비하여 감소되어 있었다. 이는 빠르게 일어서는 동작 수행시는 서서히 일어서는 동작 수행시보다 슬관절의 모멘트가 감소하였다는 논문³⁾에 근거하여 볼 때, 뇌성마비 환아가 하지의 근력약화를 보상하기 위하여 슬관절을 급격히 신전시킴으로써 슬관절에 걸리는 모멘트를 줄인 결과라고 사료된다. 이와 같은 현상은 경직성 양하지마비 뇌성마비아가 일어서기를 할 때, 슬관절의 점진적인 움직임(grading movement) 대신에 매우 급격히 슬관절을 신전하면서 일어서기를 하는 모습에서도 확인이 된다. 또한 뇌성마비아에서 전체 동작 중 제4단계에 소요되는 백분율 시간이 정상 아동에 비하여 느려져 있었는데, 이는 제3변환점이 상대적으로 이른 시기에 일어난 데 비하여 제4변환점이 더 늦게 일어났기 때문에 초래된 결과이다. 이상과 같은 사실은 제4단계 즉, 둔부가 의자에서 떨어져서 갓 일어서는 자세를 취할 때까지의 단계는 주로 무게 중심의 수직적 이동이 일어나는 단계이므로, 뇌성마비아에서 의자에서 일어서는 동작수행 중 주로 이러한 수직적인 무게중심의 이동이 주요 장애가 됨을 보여주는 결과라고 사료된다. 반면에 제5단계에 소요된 기간은 뇌성마비아군에서 더 빨랐는데, 이는 뇌성마비아가 전체 의자에서 일어서는 동작 수행에 걸린 시간이 길었기 때문에, 이를 기준으로 한 제5단계의 소요기간이 상대적으로 짧게 나타난 것이다. 그러나 제5단계에 걸린 절대적인 시간이 뇌성마비 아동에서 더 길었던 것으로 보아, 이는 갓 일어서는 자세에서부터 안정적인 서 있는 자세로 들어서기까지의 신체의 균형을 잡는 능력도 뇌성마비아에서 떨어짐을 알 수 있었으나, 전체 동작 중 제5단계에 소요되는 시간의 백분율은 뇌성마비아에서 더 감소된 것으로 보아, 비교적 의자에서 일어서는 동작 수행시 서는 자세가 안정되는 기간은 다른 단계에 비하여 영향을 덜 받았다고 생각된다. 위의 결과를 종합하여 볼 때 뇌성마비아는 의자에서 일어서는 동작을 수행이 매우 서서히 일어남을 확인할 수 있었으며, 이중 주로

무게 중심을 수직적으로 움직이는 단계의 서행이 가장 두드러진 특징이라고 생각되어진다.

뇌성마비아에서 좌우측의 차이는 족관절의 최대 배측 굴곡범위와 슬관절의 최대 신전모멘트에서만 관찰되었으며, 그 이외의 운동역학적 및 형상학적 변수에서는 좌우간의 유의한 차이를 보이지는 않았다. 그럼에도 불구하고 제2단계의 소요 시간의 백분율도 정상아와 뇌성마비아 사이의 일측에서만 차이를 보였으며, 고관절의 최초의 굴곡 및 최대 굴곡 및 슬관절의 최대 신전힘이 일측에서만 정상아와 차이를 보인 것은 통계분석상의 제약 때문인 것으로 사료된다. 따라서 좀 더 많은 환아를 대상으로 한다면 양측 모두에서 유의한 차이를 보일 것으로 생각된다.

결 론

앉아서 일어서는 동작은 일상생활에서 흔히 행해지는 동작이며, 서기, 걷기 및 서서 행하는 모든 동작을 위한 기본적인 동작이다. 경직성 양하지마비 뇌성마비 환아들은 양측 하지의 근력약화 및 경직성으로 인하여 이러한 기본동작의 수행이 정상아들과 다를 것으로 생각된다. 이에 15명의 경직성 양하지마비 뇌성마비 아동을 대상으로 하여 앉아서 일어서는 동작의 운동역학적 및 형상학적 분석을 하였다. 그 결과 뇌성마비 아동은 정상 아동에 비하여 일어서는 동작의 속도가 유의하게 느려져 있었으며, 이는 주로 무게 중심이 수평으로 이동되는 단계보다 수직으로 이동하는 단계의 서행 때문이었다. 또한 골반은 전 동작 수행기간동안 뇌성마비 아동이 정상 아동에서 보다 더 전방으로 기울어져 있었으나, 최대 골반기울기 및 최종 골반기울기만 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 고관절의 최대 굴곡 및 최소 굴곡은 뇌성마비 아동의 좌측에서만 정상 아동에 비하여 유의하게 증가되어 있었다. 최종 굴곡은 뇌성마비 양측 모두가 정상 아동에 비하여 유의하게 증가되어 있었다. 족관절은 뇌성마비 아동의 우측이 좌측에 비하여 더 배측 굴곡된 양상을 보였다. 또한 뇌성마비아에서 슬관절 모멘트는 정상아에 비하여 감소된 반면에 족관절의 모멘트가 정상에 비하여 컸으며, 슬관절 대신에 족관절의 모멘트가 의자에서 일어서는 동작에 더 관여하는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 박은숙, 박창일, 장지찬, 신정빈, 이홍재: 정상아의 앉은 자세에서 일어나는 동작(Sit-to-stand) 분석. 대한재활의학회지 1999; 23(4): 717-724
- 2) Butler PB, Nence AV, Major RE: Biomechanics of transfer from sitting to the standing position in some neuromuscular diseases. Physiother 1991; 77: 521-525
- 3) Doorenbosch CAM, Harlaar J, Roebroek ME, Lankhorst GJ: Two strategies of transferring from sit-to-stand; the activation of monoarticular and biarticular muscles. J Biomech 1994; 27(11): 1299-1307
- 4) Fleckenstein SJ, Kirby RL, MacLeod DA: Effect of limited knee-flexion range on peak hip moments of force while transferring from sitting to standing. J Biomech 1988; 21: 915-918
- 5) Hirschfeld H, Thorsteinsdottir, Olsson E: Coordinated ground forces exerted by buttocks and feet are adequately programmed for weight transfer during sit-to-stand. J Neurophysiol 1999; 82(6): 3021-3029
- 6) Jeng S-F, Schenkman M, Riley PO, Lin S-J: Reliability of a clinical kinematic assessment of the sit-to-stand movement. Phys Ther 1990; 70: 511-520
- 7) Kerr KM, White JA, Barr DA, Mollan RAB: Standardization and definitions of sit-to-stand movement cycle. Gait Posture 1994; 2: 182-190
- 8) Kotake T, Dohi N, Jahiwara T, Sumi N, Koyama Y, Mijura T: An analysis of sit-to-stand movements. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 1095-1099
- 9) Krali A, Jaeger RJ, Munith M: Analysis of standing up and sitting down in humans: definitions and normative data presentation. J Biomech 1990; 23: 1123-1138
- 10) Millington PJ, Myklebust BM, Shambes GM: Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73: 609-617
- 11) Pai Y-C, Rogers MW: Control of body mass transfer as a function of speed of ascent in sit-to-stand. Med Sci Sports Exerc 1990; 22: 378-384
- 12) Pai Y-C, Rogers MW: Speed variation and resultant joint torques during sit-to-stand. Arch Phys Med Rehabil 1991; 72: 881-885
- 13) Schenkman M, Berger RA, Riley PO, Mann RW, Hodge WA: Whole-body movements during rising to standing from sitting. Phys Ther 1990; 70: 638-651
- 14) Vander Linden DW, Brunt D, McCulloch MU: Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 653-660
- 15) Wilson H, Harideri N, Song K, Telford D: Ankle-foot orthoses for preambulatory children with spastic diplegia. J Pediatr Orthop 1977; 17(3): 370-376